



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	金属焼結体内部に作製したマイクロチャンネル内壁の陽極酸化に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	石田, 真士
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11437号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55624
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Masashi_Ishida_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 石田 真士

審査担当者 主 査 准教授 大参 達也
 副 査 教 授 岩井 一彦
 副 査 教 授 上田 幹人
 副 査 准教授 坂入 正敏

学位論文題名

金属焼結体内部に作製したマイクロチャンネル内壁の陽極酸化に関する研究
(Study on Anodic Oxidation of Inner Wall of Microchannel Produced in Sintered Metal Body)

触媒反応の高効率化のためには、反応物と触媒とが接触する表面積を確保し精密な温度制御を行うことが必要である。このような観点から金属系のマイクロリアクターの開発が進められている。マイクロリアクターは、マイクロチャンネルと呼ばれる微細な流路を反応場とする反応器である。とりわけ、熱伝導性、耐熱衝撃性、機械的性質に優れる金属系のマイクロリアクターは触媒反応に適している。しかし、従来の製造プロセスは工程数が多く、大規模な装置を必要とするものも多い。

本論文は、簡易な操作によって触媒反应用の金属系マイクロリアクターを製造する手法として、犠牲コア法と称する粉末冶金的なマイクロチャンネル形成法と、陽極酸化処理によるナノポーラス触媒担体の形成法を組み合わせた新規なプロセスを考案し、その実現可能性を検討するとともに、該プロセスに関与する諸現象を解明することを目的にしたものであり、全七章から構成されている。

第一章では、環境・資源問題に対する触媒技術向上の重要性を述べ、金属系マイクロリアクターの優位性とその製造方法、およびマイクロリアクターの性能の飛躍的な向上をもたらす陽極酸化処理の可能性について記述し、本研究の意義と目的を明らかにした。

本研究で採用した犠牲コア法は、犠牲コアの形状により三次元的に自由な形状のマイクロチャンネルを容易に、かつ安価に作製することが可能である。さらに、本法ではマイクロチャンネル形成の際に、ライニング層と称する合金層がマイクロチャンネル内壁に形成する。簡易な後処理によって触媒担体に適した多孔質の金属酸化物をライニング層表面に形成させることができれば、様々な反応に対応させることができる。このような観点から、本研究は、金属表面に酸化物皮膜を形成させる電気化学的手法である陽極酸化法に着目した。アルミニウムやチタン等の金属に対し適切な条件下で陽極酸化を行うことにより、ナノポーラス構造を有する酸化皮膜を形成させることが可能であり、これを触媒担体とすることで反応効率を飛躍的に向上させることが可能となる。

第二章では、平板状の Al-Zn 系ライニング層にナノポーラス酸化被膜を形成させるためのプロセス条件を検討している。ライニング層は内部に組成分布を有する焼結合金層であるという点で、従来の陽極酸化研究の対象材料とは著しく異なっており、新たにプロセス条件の系統的な調査を必要とした。そこで、まず、マイクロチャンネルという微小空間に由来する問題を除外するために平板状ライニング層を作製して調査した結果、ライニング層表面へのナノポーラス酸化皮膜形成のためのプロセス条件を見出した。

第三章では、第二章の結果を用い、犠牲コア法により形成した Al-Zn 系マイクロチャンネル内壁を陽極酸化した結果を述べている。また、マイクロチャンネル内の電解液を強制的に流動させる新たな試みにより、副反応で生成する気泡によるマイクロチャンネルの閉塞現象を防ぎ、マイクロチャンネル内壁にナノポーラス組織および比表面積の極めて高い繊維状の組織が形成するという結果を得ている。

第四章および第五章では、Ti-Al 系ライニング層へのナノポーラス酸化被膜の形成について述べている。なかでも、マイクロチャンネル内部の電解液を流動・更新させることで、短時間の処理でも内壁全域にナノポーラス酸化皮膜を形成させることに成功した成果は注目に値する。

第六章では、実機への適用を想定し、長尺で屈曲部を持つマイクロチャンネルに対し、マイクロチャンネル内部に直接流動を起こしつつ陽極酸化を行う手法を適用した結果について述べている。本手法によりマイクロチャンネル全域にナノポーラス酸化皮膜を形成させることに成功し、さらに、ナノポアのサイズや面積数密度がマイクロチャンネル内の位置によって異なるという新たな知見を得ている。この結果は、流体力学と電気化学にまたがる新たな研究領域を拓くものである。

第七章では第二章から第六章までの成果のまとめについて述べている。

これを要するに、本研究は、粉末冶金と陽極酸化の分野において新たな知見を得るとともに、マイクロ空間内での電解液の流動による陽極酸化プロセスの制御という新たな手法を提案したものであり、材料プロセス工学分野に対して貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。